

Diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild

Die Erfindung bezieht sich auf ein diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Solche Sicherheitselemente werden für die Beglaubigung von Dokumenten, Banknoten, Ausweisen, wertvollen Gegenständen aller Art usw. verwendet, da sie, obwohl leicht überprüfbar, schwierig nachzuahmen sind. Das Sicherheitselement wird meist auf den zu beglaubigenden Gegenstand aufgeklebt.

10 Aus der EP-A 0 105 099 ist bekannt, aus diffraktiven Bildelementen ein graphisch gestaltetes Sicherheitsmuster mosaikartig zusammenzusetzen. Das Sicherheitsmuster verändert sein Aussehen, wenn der Betrachter das Sicherheitsmuster kippt und/oder das Sicherheitsmuster in seiner Ebene dreht.

15 Die EP-A 0 330 738 beschreibt Sicherheitsmuster, die diffraktive Flächenteile, die kleiner als 0,3 mm sind, einzeln oder in einer Reihe in der Struktur des Sicherheitsmuster angeordnet sind. Insbesondere bilden die Flächenteile Schriftzüge mit einer Höhe von weniger als 0,3 mm Höhe. Die Form der Flächenteile bzw. der Lettern ist nur mittels einer guten Lupe erkennbar.

20 Es ist auch aus der EP-A 0 375 833 bekannt, in einem Sicherheitselement eine Vielzahl von aus Pixeln zusammengesetzten, diffraktiven Sicherheitsmustern unterzubringen, wobei von blossen Auge jedes der Sicherheitsmuster unter einer vorbestimmten Orientierung in der normalen Lesedistanz sichtbar ist. Jedes Sicherheitsmuster ist in Pixel des durch das Sicherheitselement vorgegebenen Rasterfelds eingeteilt. Das Rasterfeld des Sicherheitselements ist, der Anzahl der Sicherheitsmuster entsprechend, in diffraktiver Feldanteile unterteilt. In jedem Rasterfeld belegen die dem Rasterfeld zugehörigen Pixel der 25 Sicherheitsmuster ihren vorbestimmten Feldanteil.

30 Aus DE-OS 1 957 475 und CH 653 782 ist eine weitere Familie von beugungsoptisch wirksamen, mikroskopisch feinen Reliefstrukturen unter dem Namen Kinoform bekannt. Die Reliefstruktur des Kinoforms lenkt Licht in einen vorbestimmten Raumwinkel ab. Nur bei einer Beleuchtung der Kinoform mit im wesentlichen kohärenten Licht kann die im Kinoform gespeicherte Information auf einem Bildschirm sichtbar gemacht werden. Das Kinoform streut weisses Licht bzw.

Tageslicht in den von der Kinoform vorbestimmten Raumwinkel, aber ausserhalb des Raumwinkels erscheint die Kinoformfläche dunkelgrau.

Die diffraktiven Sicherheitsmuster sind in einem Schichtverbund aus Kunststoffen eingeschlossen, welcher für das Anbringen an einen Gegenstand eingerichtet ist. In der US-
 5 PS 4'856'857 sind verschiedene Ausführungen des Schichtverbunds beschrieben und die geeigneten Materialien aufgelistet.

Andererseits ist aus US-PS 6'198'545 bekannt, drucktechnisch hergestellte Halbtonbilder aus Pixeln mit Bildelementen bzw. Zeichen zu bilden, wobei der Schwarzanteil im sonst weissen Pixelhintergrund so gewählt ist, dass der Betrachter in der
 10 Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m das Halbtonbild erblickt und erst bei genaueren Betrachtung, in nächster Distanz oder mit der Lupe, die Bildelemente bzw. Zeichen erkennen kann. Diese Bildsynthesetechnik ist unter der Bezeichnung "artistic screening" bekannt. Gute Kopien von Halbtonbildern ohne artistic screening sind infolge der laufend verbesserten Auflösung in der Kopiertechnik leicht herzustellen.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein diffraktives Sicherheitselement zu schaffen, das ein Halbtonbild zeigt und schwierig nachzuahmen oder zu kopieren ist.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

20 Die Idee der Erfindung ist ein diffraktives Sicherheitselement herzustellen, das wenigstens zwei verschiedene erkennbare Muster aufweist, wobei das eine Muster ein in einer Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m visuell erkennbares Halbtonbild ist, das sich aus einer Vielzahl von Bildelementmustern zusammensetzt. Die Bildelementmuster sind auf einem Hintergrund angeordnet und bedecken lokal, z.B. in einem Pixel, einen von der
 25 lokalen Flächenhelligkeit im Halbtonbild vorbestimmten Anteil des Hintergrunds. Sowohl die Hintergrundflächen als auch die Flächen der Bildelementmuster sind optisch wirksame Elemente, wie Hologramme, Beugungsgitter, Mattstrukturen, spiegelnden Flächen usw., wobei sich die optisch wirksamen Elemente für die Flächen der Bildelementmuster und für den Hintergrund im Beugungs- bzw. Reflexionsverhalten unterscheiden. Die
 30 Bildelementmuster im Halbtonbild sind nur bei einer Betrachtung in einer Lesedistanz

kleiner als 30 cm mit oder ohne Hilfsmittel, z.B. Vergrößerungsglas, erkennbar. In einer anderen Ausführung des Sicherheitselements ziehen sich über die Fläche des Halbtonbilds als weitere Muster bis zu 25 µm breite Musterstreifen hin. Die geraden und/oder gekrümmten Musterstreifen bilden ein Hintergrundmuster, wie z.B. Guillochen,

- 5 Piktogramme usw. In den Flächen der Musterstreifen sind Linienelemente auf dem Hintergrund angeordnet. Der Flächenanteil der Linienelemente pro Längeneinheit des Musterstreifens ist durch die lokale Flächenhelligkeit im Bildelementmuster bestimmt, durch die sich der Musterstreifen erstreckt. Die Flächen der Linienelemente unterscheiden sich durch ihre optisch wirksame Elemente von den Flächen des Hintergrunds und/oder der
- 10 Bildelementmuster. Die Bildelementmuster und Linienmuster sind aus Zeichen, Linien, Gewebe- und Friesmustern, Lettern usw. zusammengesetzt. Das Sicherheitselement ist mit den in den eingangs erwähnten diffraktiven Sicherheitsmustern der EP-A 0 105 099 und EP-A 0 330 738 kombinierbar.

15 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Sicherheitselement mit einem vergrößerten Ausschnitt,
 Figur 2 Lettern als Bildelementmuster in Bildelementen,
 Figur 3 einen Querschnitt durch das Sicherheitselement,
 20 Figur 4 eine Mattstruktur,
 Figur 5 den vergrößerten Ausschnitt bei einem Drehwinkel δ ,
 Figur 6 den vergrößerten Ausschnitt beim Drehwinkel δ_1 ,
 Figur 7 den vergrößerten Ausschnitt beim Drehwinkel δ_2 ,
 Figur 8 Kleinbilder im Sicherheitselement,
 25 Figur 9 Detailaufbau im Bildelement und
 Figur 10 Helligkeitssteuerung mit Musterstreifen.

In der Figur 1 bedeuten 1 ein diffraktives Sicherheitselement, 2 ein Halbtonbild aus Musterelementen, 3 einen stark vergrößerten Ausschnitt aus dem Sicherheitselement 1, 4 Bildelemente, 5 Hintergrundfelder und 6 Bildelementmuster. Die Musterelemente des

30 Halbtonbilds 2 sind die pixelartigen Bildelemente 4, die sich mosaikartig aus Flächenteilen

zusammensetzen. Mikroskopisch feine Oberflächenstrukturen in den Flächenteilen der Bildelemente 4 modifizieren auf das Sicherheitselement 1 einfallendes Licht abhängig von der Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung.. Die Flächenteile mit den Licht modifizierenden Oberflächenstrukturen umfassen wenigstens die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6. Die Oberflächenstrukturen können zur Verstärkung der Licht modifizierenden Wirkung mit einer Reflexionsschicht ausgerüstet sein.

In der Darstellung der Figur 1 ist zur einfacheren Beschreibung die Fläche des Sicherheitselements 1 auf ein Koordinatensystem mit den Koordinatenachsen x und y ausgerichtet. Weiter sind aus darstellerischen Gründen in den Zeichnungen die Flächen der Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 gerastert oder ungerastert in Weiss gehalten, wobei die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6 anders als bei drucktechnisch hergestellten Halbtonbilder ohne Angabe der Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung keine Hinweise auf ihre Flächenhelligkeit zulassen.

Wie im vergrösserten Ausschnitt 3 der Figur 1 gezeigt ist, ist in einer Ausführung die Fläche des Sicherheitselements 1 in eine Vielzahl der Bildelemente 4, die wenigstens in einer Abmessung kleiner als 1 mm sind, eingeteilt, z.B. weisen die Bildelemente 4 die Form eines Quadrats, eines Rechtecks, eines Polygons auf oder sind eine konforme Abbildung einer dieser Flächen. Grenzen zwischen den Bildelementen 4 sind nur aus darstellerischen Gründen in den Zeichnungen eingetragen. Die Fläche jedes Bildelements 4 weist wenigstens das Hintergrundfeld 5 und das auf dem Hintergrundfeld 5 angeordnete Bildelementmuster 6 auf, wobei das Bildelementmuster 6 ein zusammenhängendes Flächenteil ist oder auch aus einer Gruppe von Flächenteilen besteht.

Die Flächenhelligkeit des Halbtonbilds 2 am Ort P , der dem Bildelement 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$ entspricht, bestimmt, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Flächenhelligkeit der Orte im Halbtonbild 2, die den benachbarten Bildelementen 4 entsprechen, und/oder des Gradienten der Flächenhelligkeit am Ort P , den Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in der Fläche des Bildelements 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$. Beispielsweise ist der Flächenanteil des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$ um so grösser, je grösser die Flächenhelligkeit am Ort P einer Bildvorlage des Halbtonbilds 2 ist. Damit ein Halbtonbild 2 entsteht, müssen alle Bildelementmuster 6 dieselbe Licht modifizierende Wirkung unter einer vorgegebenen

Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung besitzen, während die Hintergrundfelder 5 möglichst wenig Licht in diese Beobachtungsrichtung ablenken.

Der Flächenanteil der Bildelementmuster 6 im Bildelement 4 kann im Bereich zwischen 0 % und 100 % liegen, falls die Form des Bildelementmusters 6 ähnlich zur Form des Bildelements 4 ist. Mit dem Begriff "ähnliche Form" sind Formen gemeint, die in den entsprechenden Winkeln gleich sind, aber unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Weicht die Randform des Bildelementmusters 6, die z.B. die Form eines Sterns aufweist, von der Form des Bildelements 4 ab, ist der Bereich der Flächenanteile der Bildelementmuster 6 in den Bildelementen 4 am oberen Ende eingeschränkt, d.h. im Bildelement 4 ist noch ein Anteil des Hintergrundfelds 5 vorhanden. Bevorzugt ist jedoch in jedem Bildelement 4 das Bildelementmuster 6 erkennbar, wenn auch in verschiedenen Grössen oder in einem dem Flächenanteil entsprechenden schmalen Band in der Randform des Bildelementmusters 6, um im Bildelement 4 den notwendigen Flächenanteil des Bildelementmuster 6 zu erhalten. Die Darstellung des Halbtonbilds 2 basiert auf einer Skala mit vorbestimmten Stufen der Flächenanteile des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4, wobei die Flächenhelligkeiten der Bildvorlage mit Hilfe dieser Skala ins Halbtonbild 2 umgesetzt wird..

Beispielsweise weist die Bildvorlage des Halbtonbilds 2 auf einer Grundfläche 7 ein gefaltetes Band 8 und einen Pfeil 9 auf, der in der Mitte des Bands 8 angeordnet ist. Die Fläche des Halbtonbilds 2 ist in die Bildelemente 4 eingeteilt. Entsprechend den Musterelementen, z.B. Grundfläche 7, Band 8, Pfeil 9 usw., sind die Flächenhelligkeiten der Bildvorlage den Bildelementen 4 zugeordnet. In der Darstellung der Figur 1 unterscheiden sich die Grundfläche 7, der Pfeil 9 und die in verschiedenen Rastern gehaltenen, sichtbaren Flächen des Bands 8 wie in der Bildvorlage durch ihre Flächenhelligkeiten. Der Beobachter erkennt auf dem Sicherheitselement 1 wenigstens das Halbtonbild 2 der Bildvorlage in verschiedenen Flächenhelligkeitsabstufungen. Wegen der relativ grossen Bildelemente 4 ist das Sicherheitselement 1 aus einer minimalen Betrachtungsdistanz von etwa 0.3 m oder mehr zu betrachten, um das Halbtonbild 2 gut zu erkennen. Aus einer Lesedistanz von weniger als 30 cm sind die vorbestimmten Bildelementmuster 6 für den Beobachter noch von blossen Auge oder mit einer einfachen Lupe zu erkennen. Beispielsweise ist in der Zeichnung der Figur 1 das Bildelementmuster 6 ein Stern. In anderen Ausführungen des Sicherheitselements 1 unterscheiden sich die benachbarten Bildelementmuster 6. Aus der

Lesedistanz < 30 cm stört das grobe Raster der Bildelementmuster 6 das Erkennen des Halbtonbilds 2.

In einer Ausführung des Halbtonbildes 2 sind die Bildelementmuster 6 in allen Bildelementen 4 ähnlich. Im gezeigten Beispiel der Figur 1 sind im Ausschnitt 3 die sternförmigen Bildelementmuster 6 in den Bildelementen 4 in Partien mit niedriger Flächenhelligkeit, hier für die Grundfläche 7, klein dargestellt. Der Flächenanteil der Bildelementmuster 6 sind in den Bildelementen 4 entsprechend grösser, wenn z.B. die Partien des Bands 8 mit den sich von der Grundfläche 7 unterscheidenden, abgestuften höheren Flächenhelligkeiten darzustellen sind. Sowohl die Flächen der Hintergrundfelder 5 und der Bildelementmuster 6 weisen beispielsweise allgemeine, diffraktive Oberflächenstrukturen mit einer Reflexionsschicht auf. Die Hintergrundfelder 5 unterscheiden sich von den Bildelementmustern 6 in wenigstens einem Strukturparameter der Oberflächenstruktur, wie z.B. Azimut, Spatialfrequenz, Profilform, Profiltiefe, Furchenkrümmung usw. oder darin, dass die Flächen der Hintergrundfelder 5 oder der Bildelementmuster 6 transparent, z.B. infolge einem lokalen Entfernen der Reflexionsschicht, oder mittels einer Farbschicht (z.B. weiss oder schwarz) bedeckt sind. Die Flächen der Hintergrundfelder 5 unterscheiden sich somit von den Flächen der Bildelementmuster 6 durch die Licht modifizierende Wirkung ihrer Oberflächenstrukturen. In einer Ausführung des Halbtonbilds 2 weisen die Oberflächenstrukturen in den Flächen der Hintergrundfelder 5 und/oder der Bildelementmuster 6 zusätzliche, von den Koordinaten (x; y) abhängige Strukturparameter auf.

Neben diesem einfachen Beispiel des Halbtonbilds 2 sind insbesondere Darstellungen (z.B. Portraits) von bekannten Persönlichkeiten für die Halbtonbilder 2 geeignet, wobei mit Vorteil die Bildelementmuster 6 einen Bezug zur dargestellten Persönlichkeit aufweisen, z.B. Lettern eines fortlaufenden von der Persönlichkeit verfassten Textes und/oder eine komponierten Melodie in Notenschrift.

In der Figur 2 enthalten die Bildelemente 4 je ein Bildelementmuster 6 in Gestalt einer einzelnen Letter auf dem Hintergrund des Hintergrundfelds 5. Die Bildelemente 4 sind derart aneinander gereiht, dass die Lettern in den Bildelementmustern 6 die dem Text entsprechende Reihenfolge aufweisen. Die durch das Halbtonbild 2 vorbestimmten Flächenanteile der Lettern im Feld des Bildelements 4 werden durch Verändern der Dichte

und/oder der Schriftgrösse der Lettern erreicht. Die Dichte ändert sich kontinuierlich oder in Stufen innerhalb einer Letter, wenn dies eine bessere Auflösung des Halbtonbilds 2 ergibt. In der Zeichnung der Figur 2 ist dies bei den Lettern S und E, U gezeigt. Die Abmessungen der Bildelemente 4 mit Lettern werden entsprechend klein gehalten, damit die Lettern aus der Nähe, d.h. in der normalen Lesedistanz, betrachtet gelesen werden können, jedoch nicht mehr aus der oben genannten Betrachtungsdistanz. In einer anderen Ausführung sind die Bildelemente 4 mikroskopisch klein, wobei die Lettern bzw. die Notenschrift nur durch ein Mikroskop hindurch erkennbar sind. Ein nur bei einer wenigstens 20-fachen Vergrösserung erkennbarer Text wird nachstehend "Nanotext" genannt. Die Darstellung in der Figur 2 ist eine Vereinfachung und zeigt nicht die den Lettern angepasste Abmessung der Bildelemente 4, beispielsweise bei Lettern einer Proportionalschrift oder den Nanotext im Bildelement 4 mit einer länglichen Rechteckform mit fortlaufenden, z.B. handschriftlichen Texten.

Die Figur 3 zeigt einen typischen Querschnitt durch das Sicherheitselement 1. Das Sicherheitselement 1 ist ein das Halbtonbild 2 (Fig. 1) enthaltender Abschnitt eines Schichtverbunds 10. Der Schichtverbund 10 umfasst wenigstens eine Prägeschicht 11 und eine Schutzlackschicht 12. Beide Schichten 11 und 12 bestehen aus Kunststoff und schliessen zwischen sich eine Reflexionsschicht 13 ein. In einer anderen Ausführung überzieht zudem eine kratzfeste, zähe und transparente Schutzschicht 14 aus Polycarbonat, Polyethylenterephthalat usw. vollflächig die von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite der Prägeschicht 11. Wenigstens die Prägeschicht 11 und die allfällig vorhandene Schutzschicht 14 sind für einfallendes Licht zumindest teilweise transparent. Die Schutzlackschicht 12 selber oder eine auf der von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite der Schutzlackschicht 12 angeordnete, optionale Klebeschicht 16 ist zum Verbinden des Sicherheitselements 1 mit einem Substrat 17 ausgebildet. Das Substrat 17 ist ein mit dem Sicherheitselement 1 zu beglaubigender, wertvoller Gegenstand, ein Dokument, eine Banknote usw. Weitere Ausführungen des Schichtverbunds 10 sind z.B. in der eingangs erwähnten US 4'856'857 beschrieben. In diesem Dokument sind die für den Aufbau des Schichtverbunds 10 und die für die Reflexionsschicht 13 geeigneten Materialien zusammengestellt. Die Reflexionsschicht 13 ist als dünne Schicht eines Metalls aus der Gruppe Aluminium, Silber, Gold, Chrom, Kupfer, Nickel, Tellur usw. ausgeführt oder ist durch eine dünne Schicht aus einem anorganischen Dielektrikum, wie z.B. MgF_2 , ZnS , ZnSe , TiO_2 , SiO_2 usw., gebildet. Die Reflexionsschicht 13 kann auch mehrere Lagen verschiedener

anorganischer Dielektrika oder eine Kombination von metallischen und dielektrischen Schichten umfassen. Die Schichtdicke der Reflexionsschicht 13 und die Wahl des Materials der Reflexionsschicht 13 richten sich danach, ob das Sicherheitselement 1 rein reflektierend, wie oben erwähnt nur in Flächenteilen transparent, d.h. teiltransparent, oder transparent mit
 5 einem vorbestimmten Grad von Transparenz ist. Insbesondere eignen sich Reflexionsschichten 13 aus Tellur zur Individualisierung des einzelnen Sicherheitselements 1, da die reflektierende Tellurschicht bei Einwirkung eines feinen Laserstrahl durch die Kunststoffschichten des Schichtverbunds 10 hindurch am Ort der Bestrahlung transparent wird und ein Fenster 46 entsteht, ohne dass der Schichtverbunds 10 beschädigt wird. Die so
 10 eingebrachten, transparenten Fenster 46 bilden z.B. einen individuellen Kode. In gleicher Weise ist die Reflexionsschicht 13 in den Flächen der Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 entfernt, falls ein individuelles Halbtonbild 2 herzustellen ist.

Die Reflexionsschicht 13 im Bereich des Halbtonbilds 2 weist die mikroskopisch feinen, das einfallende Licht 15 beugenden Oberflächenstrukturen auf. Die Flächen der
 15 Hintergrundfelder 5 sind mit einer ersten Struktur 18 belegt und in die Flächen der Bildelementmuster 6 ist eine zweite Struktur 19 abgeformt. Für diese Strukturen 18, 19 sind die diffraktiven Oberflächenstrukturen verwendet, die aus einer aus Beugungsgittern, Hologrammen, Mattstrukturen, Kinoforms, Mottenaugenstrukturen und spiegelnden Flächen gebildeten Gruppe ausgewählt sind. Die spiegelnden Flächen umfassen ebene, achromatisch
 20 reflektierende Spiegelflächen und wie ein farbiger Spiegel wirkende Beugungsgitter. Diese farbig reflektierenden Beugungsgitter weisen die Form eines linearen Gitters oder Kreuzgitters auf und besitzen Spatialfrequenzen f von mehr als 2300 Linien/mm und reflektieren von ihrer optisch wirksamen Strukturtiefe T abhängig selektiv Farbanteile des einfallenden Lichts nach dem Reflexionsgesetz. Unterschreitet die optisch wirksame
 25 Strukturtiefe T einen Wert von etwa 50 nm wird das einfallende Licht praktisch achromatisch reflektiert. Die zu der Oberfläche des Schichtverbunds 10 parallele, ebene Spiegelfläche ist als singuläre Reliefstruktur auch dieser Gruppe der mikroskopisch feinen Oberflächenstrukturen zuzuordnen, wobei die ebene, achromatisch reflektierende Spiegelfläche durch die Spatialfrequenz $f = \infty$ bzw. 0 und die Strukturtiefe $T = 0$
 30 charakterisiert ist. Die Kinoforms sind in den eingangs erwähnten Dokumenten DE-OS 1 957 475 und CH 653 782 beschrieben.

Beispielsweise erstreckt sich eine der oben genannten Oberflächenstrukturen als Hintergrundfeld 5 über die ganze für das Halbtonbild 2 vorgesehene Fläche. Die Flächen der Bildelementmuster 6 sind nachträglich mit der vorbestimmten Farbe abgedeckt. Der Farbauftrag 45 erfolgt auf den Flächen der Bildelementmuster 6 mittels

- 5 Tintenstrahldrucktechnik oder Tiefdruck, z.B. auf die freie Oberfläche des Schichtverbunds 10. Bereits diese einfachste Ausführung des Sicherheitselements 1 weist den Vorteil auf, dass sich eine mit einem Kopierapparat erzeugte Kopie des Sicherheitselements 1 deutlich vom Original unterscheidet. In einer anderen Ausführung befindet sich der Farbauftrag 45 in den Flächen der Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 direkt zwischen der
- 10 Prägeschicht 11 und der Reflexionsschicht 13. In Gegensatz zur Zeichnung der Figur 3 erstreckt sich der Farbauftrag 45 über die ganze Fläche des Hintergrundfelds 5 bzw. des Bildelementmusters 6. Ebenso weisen die durch das oben genannte Entfernen der Reflexionsschicht 13 entstandenen Fenster 46 die ganze Fläche des Hintergrundfelds 5 bzw. des Bildelementmusters 6 auf.

- 15 Beispielhaft besitzt die Reflexionsschicht 13 in den Hintergrundfeldern 5 als erste Struktur 18 eine spiegelnde Fläche, die entweder als ebene Spiegelfläche oder als wie ein farbiger Spiegel wirkendes Beugungsgitter ausgebildet ist. Bei einer Beleuchtung mit Tageslicht bzw. mit polychromatischem Kunstlicht trifft das einfallende Licht 15 unter einem Einfallswinkel α auf den Schichtverbund 10, wobei der Einfallswinkel α zwischen der
- 20 Richtung des einfallenden Lichts 15 und einer Normalen 20 zur Oberfläche des Schichtverbunds 10 gemessen ist. An der ersten Struktur 18 reflektiertes Licht 21 verlässt den Schichtverbund 10 unter einem zur Normalen 20 gemessenen Ausfallwinkel β , der nach dem Reflexionsgesetz gleich dem Einfallswinkel α ist. Nur wenn der Beobachter in einem engen Raumwinkel direkt in das reflektierte Licht 21 schaut, ergeben die Hintergrundfelder 5
- 25 zusammen einen hellen Eindruck, wobei die ebenen Spiegel das Tageslicht unverändert (d.h. achromatisch) reflektieren, während die Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz f von mehr als 2300 Linien/mm eine für sie typische Mischfarbe reflektieren. In den anderen Richtungen des Halbraums über dem Schichtverbund 10 sind die Hintergrundfelder 5 praktisch schwarz.

- Für die erste Struktur 18 eignet sich daher insbesondere auch ein das einfallende Licht
- 30 15 absorbierendes Relief, das unter dem Begriff "Mottenaugenstruktur" bekannt ist und dessen regelmässig angeordnete, stiftförmige Reliefstrukturelemente rund 200 nm bis 500 nm hoch über einer Grundfläche des Reliefs vorstehen. Die Reliefstrukturelemente sind

400 nm oder weniger voneinander beabstandet. Die Flächen mit solchen Mottenaugenstrukturen reflektieren weniger als 2 % des aus irgendeiner Richtung einfallenden Lichts 15 und sind für den Beobachter schwarz.

In den Bildelementmustern 6 ist die zweite Struktur 19 abgeformt, die das einfallende Licht 15 im wesentlichen ausserhalb der Richtung des reflektierten Lichts 21 ablenkt. Die mikroskopisch feinen Reliefs der linearen Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz f aus dem Bereich von 100 Linien/mm bis 2300 Linien/mm erfüllen diese Bedingung. Für achromatische Beugungsgitter ist die Spatialfrequenz f aus dem Bereich der Werte von $f = 100$ Linien/mm bis $f = 250$ Linien/mm gewählt. Das einfallende Licht 15 in Farben zerlegende Beugungsgitter weist bevorzugte Werte der Spatialfrequenz f aus dem Bereich zwischen $f = 500$ Linien/mm und $f = 2000$ Linien/mm auf. Die Orientierung des Gittervektors k (Fig. 1) ist bezüglich der Koordinatenachse x (Fig. 1) durch den Azimut θ (Fig. 1) festgelegt. Ein Sonderfall der linearen Beugungsgitter bilden diejenigen, deren Furchen mäandern, jedoch derart, dass die mäandrierenden Furchen im Mittel einer Geraden folgen. Diese Beugungsgitter weisen einen grösseren Bereich im Azimut auf, bei denen sie für den Beobachter sichtbar sind.

An der zweiten Struktur 19 wird das einfallende Licht 15 gebeugt und als Lichtwellen 22, 23 in die minus erste Beugungsordnung und als Lichtwellen 24, 25 in die plus erste Beugungsordnung entsprechend seiner Wellenlänge aus der Richtung des reflektierten Lichts 21 abgelenkt, wobei die blauvioletten Lichtwellen 23, 24 um den minimalen Beugungswinkel $\pm \epsilon$ aus der Richtung des reflektierten Lichts 21 weggebeugt sind. Die Lichtwellen 22, 25 mit grösseren Wellenlängen werden um entsprechend grössere Beugungswinkel abgelenkt.

Das einfallende Licht 15 und die Normale 20 bestimmen eine Beobachtungsebene, die in der Darstellung der Figur 3 mit der Zeichnungsebene zusammenfällt und zur Koordinatenachse y parallel ist. Die Blickrichtung des Beobachters liegt in der Beobachtungsebene und das Auge des Beobachters empfängt das reflektierte Licht 21 der spiegelnden Hintergrundfelder 5, wenn die Blickrichtung und die Normale 20 den Ausfallwinkel β einschliessen.

Die Beugungsgitter wirken optimal, wenn ihr Gittervektor k parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist, die in diesem Fall mit der Beugungsebene identisch ist.

In diesem Fall liegen die gebeugten Lichtstrahlen 21 bis 24 in der Beobachtungsebene und erzeugen, entsprechend der Blickrichtung, einen vorbestimmten Farbeindruck im Auge des Beobachters. Falls der Gittervektor k nicht in der Beobachtungsebene liegt, d.h. nicht innerhalb eines Betrachtungswinkels von etwa $\pm 10^\circ$ zur Beobachtungsebene, oder die
 5 Lichtstrahlen 21 bis 24 nicht in der Blickrichtung sind, nimmt der Beobachter die Fläche des Beugungsgitters bzw. des Bildelementmusters 6 wegen des wenigen, an der zweiten Struktur 19 gestreuten Lichts als dunkelgraue Fläche wahr. Bei geschickter Wahl der Strukturparameter in Relation zum Inhalt des Halbtonbilds 2 sind daher auch eines der Beugungsgitter als erste Strukturen 18 der Hintergrundfelder 5 verwendbar. Andererseits
 10 bewirkt eine Überlagerung des Beugungsgitters mit einer der nachstehend beschriebenen Mattstrukturen eine Vergrösserung des Betrachtungswinkels des Bildelementmusters 6.

In der Zeichnung der Figur 3 ist das Profil der zweiten Struktur 19 beispielhaft mit einem symmetrischen Sägezahnprofil eines periodischen Gitters dargestellt. Für die Strukturen 18, 19 eignen sich insbesondere auch eines der anderen bekannten Profile, wie
 15 z.B. asymmetrische Sägezahnprofile, rechteckförmige Profile, sinusförmige und sinusähnliche Profile usw., die ein periodisches Gitter mit geraden, mäandernden oder anderweitig gekrümmten oder kreisförmigen Furchen bilden. Da das Material der Prägeschicht 11 mit einem Brechungsindex n von rund 1,5 die Strukturen 18, 19 verfüllt, beträgt die optische wirksame Strukturtiefe T das n -fache der abgeformten geometrischen
 20 Strukturtiefe. Die optisch wirksame Strukturtiefe T der für die Strukturen 18, 19 eingesetzten, periodischen Gitter liegt im Bereich von 80 nm bis 10 μm , wobei aus technischen Gründen die Reliefstruktur mit einer grossen Strukturtiefe T einen niederen Wert der Spatialfrequenz f aufweist.

Muss die zweite Struktur 19 der Bildelementmuster 6 das einfallende Licht 15 in einen
 25 grossen Raumwinkelbereich des Halbraums über dem Schichtverbund 10 ablenken, eignen sich mit Vorteil eine Mattstruktur, z.B. eine Kinoform, eine isotrope oder eine anisotrope Mattstruktur usw. Die Bildelementmuster 6 sind aus allen Blickrichtungen innerhalb des durch die Mattstruktur bestimmten Raumwinkels als helle Fläche sichtbar. Die Reliefstrukturelemente dieser mikroskopisch feinen Reliefs sind nicht wie im Beugungsgitter
 30 regelmässig angeordnet. Die Beschreibung der Mattstruktur erfolgt mit statistischen Kenngrössen, wie z.B. Mittenrauhwert R_a , Korrelationslänge l_c usw. Die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente der für das Sicherheitselement 1 geeigneten Mattstrukturen

weisen Werte für den Mittenrauhwert R_a auf, die im Bereich 20 nm bis 2'500 nm liegen. Vorzugswerte sind zwischen 50 nm und 1'000 nm. Wenigstens in einer Richtung besitzt die Korrelationslänge l_c Werte im Bereich von 200 nm bis 50'000 nm, vorzugsweise zwischen 1'000 nm bis 10'000 nm. Die Mattstruktur ist isotrop, wenn mikroskopisch feinen

5 Reliefstrukturelemente keine azimutale Vorzugsrichtung aufweisen, weshalb das gestreute Licht mit einer Intensität, die grösser als ein z.B. durch die visuelle Erkennbarkeit vorbestimmter Grenzwert ist, in einem durch das Streuvermögen der Mattstruktur vorbestimmten Raumwinkel in allen azimutalen Richtungen gleichmässig verteilt ist. Der Raumwinkel ist ein Kegel, dessen Spitze auf dem durch das einfallende Licht 15

10 beleuchteten Teil des Schichtverbunds 10 steht und dessen Achse mit der Richtung des reflektierten Lichts 21 zusammenfällt. Stark streuende Mattstrukturen verteilen das gestreute Licht in einen grösseren Raumwinkel als eine schwach streuende Mattstruktur. Weisen hingegen die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente im Azimut eine bevorzugte Richtung auf, liegt eine anisotrope Mattstruktur vor, die das einfallende Licht 15 anisotrop

15 streut, wobei der durch das Streuvermögen der anisotropen Mattstruktur vorbestimmte Raumwinkel als Querschnitt eine Ellipsenform besitzt, deren grosse Hauptachse senkrecht zur bevorzugten Richtung der Reliefstrukturelemente ausgerichtet ist. Im Gegensatz zu den nicht achromatischen Beugungsgittern streuen die Mattstrukturen das einfallende Licht 15 achromatisch, d.h. unabhängig von dessen Wellenlänge, so dass die Farbe des gestreuten

20 Lichts im wesentlichen derjenigen des auf die Mattstrukturen einfallenden Lichts 15 entspricht. Für den Beobachter weist die Fläche der Mattstruktur bei Tageslicht eine grosse Flächenhelligkeit auf und ist, wie ein Blatt weisses Papier, praktisch unabhängig von der azimutalen Ausrichtung der Mattstruktur sichtbar.

Die Figur 4 zeigt einen beispielhaften Querschnitt durch eine der Mattstrukturen, die

25 als zweite Struktur 19 zwischen der Prägeschicht 11 und der Schutzlackschicht 12 eingeschlossen ist. Der Strukturtiefe T (Fig. 3) der Beugungsgitter entsprechend weist das Profil der Mattstruktur den Mittenrauhwert R_a auf, jedoch treten zwischen den mikroskopisch feinen Reliefstrukturelementen der Mattstruktur grösste Höhenunterschiede H bis zu etwa dem 10-fachen des Mittenrauhwerts R_a auf. Die für das Abformen wichtigen

30 Höhenunterschiede H der Mattstruktur entsprechen somit der Strukturtiefe T bei den periodischen Beugungsgittern. Die Werte der Höhenunterschiede H der Mattstrukturen liegen im oben genannten Bereich der Strukturtiefe T .

Eine spezielle Ausführung der Mattstruktur ist mit einem "schwach wirkenden Beugungsgitter" überlagert. Das schwach wirkende Beugungsgitter weist wegen der geringen Strukturtiefe T zwischen 60 nm und 70 nm eine niedere Beugungseffizienz auf. Eine Spatialfrequenz im Bereich von $f = 800$ Linien/mm bis 1000 nm Linien/mm ist für diese Anwendung bevorzugt.

Für die Bildelementmuster 6 sind auch zirkuläre Beugungsgitter mit einer Periode von 0.5 μm bis 3 μm und mit spiralförmigen oder kreisförmigen Furchen einsetzbar. Die den Betrachtungswinkel vergrößernden diffraktiven Strukturen werden im Folgenden unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" zusammengefasst. Unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" ist somit eine Struktur aus Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 0.5 μm bis 3 μm und der mit einem schwach wirkenden Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen zu verstehen

Zurück zur Figur 3: In einer ersten Ausführung ist das Halbtonbild 2 (Fig. 1) statisch, d.h. in einem weiten Bereich der räumlichen Orientierung unter einer üblichen Beobachtungsbedingung in der genannten Betrachtungsdistanz und bei Beleuchtung mit weissem einfallenden Licht 15 verändert sich das Halbtonbild 2 nicht. Erst bei einer genaueren Inspektion bemerkt der Beobachter, dass das Halbtonbild in die Bildelemente 4 (Fig. 1) eingeteilt ist und die Bildelementmuster 6 vorbestimmte Formen aufweisen. Die erste Struktur 18 im Hintergrundfeld 5 reflektiert oder absorbiert das einfallende Licht 15. Die zweite Struktur 19 der Bildelementmuster 6 ist eine der diffraktiven Streuer. Die zweite Struktur 19 streut oder beugt das einfallende Licht 15 derart, dass das Bildelementmuster 6 in einem grossen, vom diffraktiven Streuer vorbestimmen Raumwinkel sichtbar ist. Bei einer Beleuchtung des Sicherheitselement 1 mit weissem Licht 15 erblickt der Beobachter das in der genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 in einer Grauabstufung, da der Beobachter die Bildelemente 4 mit einem grossen Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in einer grossen Flächenhelligkeit und die Bildelemente 4 mit einem kleineren Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in einer geringeren Flächenhelligkeit wahrnimmt. Die Sichtbarkeit des Halbtonbilds 2 verhält sich weitgehend wie ein auf Papier in Schwarzweiss gedrucktes Halbtonbild. Jedoch ist das Halbtonbild 2 schlecht oder nicht erkennbar oder es kann auch eine Kontrastumkehr des Halbtonbildes auftreten, wenn die Blickrichtung ausserhalb des Raumwinkels des gestreuten oder gebeugten Lichts ist. Falls die ersten Strukturen 18 eine

spiegelnde Eigenschaft aufweisen, schlägt der Kontrast auch um, wenn das Sicherheitselement 1 genau so orientiert ist, dass das Halbtonbild 2 genau entgegen der Richtung des reflektierten Lichts 21 betrachtet wird. Die vor dem Kippen des Sicherheitselements 1 hellen Bildelemente 4 sind nun dunkler als die vorher dunklen Bildelemente 4, die jetzt im reflektierten Licht 21 viel heller sind, und umgekehrt. Das Kippen des Sicherheitselements 1 erfolgt um eine Achse senkrecht zur Beobachtungsebene und parallel zur Ebene des Sicherheitselements 1.

Bevorzugt werden für die Darstellung des Halbtonbilds 2 die in der Tabelle 1 zusammengestellten Kombinationen der ersten und zweiten Strukturen 18, 19.

In einer zweiten Ausführung sind die Strukturen 18, 19 derart gewählt, dass der Kontrast im Halbtonbild 2 umschlägt, wenn das Sicherheitselement 1 um eine Achse parallel zur Normalen 20 um einen Drehwinkel in seiner Ebene gedreht oder gekippt wird. Der Kontrastumschlag ist daher leichter zu beobachten im Vergleich zur ersten Ausführung des Sicherheitselements 1. Die erste Struktur 18 in den Hintergrundfeldern 5 ist z.B. ein lineares Beugungsgitter, dessen Gittervektor k den Azimut $\theta = 0^\circ$ (Fig. 1), d.h. in Richtung der Koordinatenachse x , besitzt. Die Bildelementmuster 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer belegt. Der Beobachter dreht das Sicherheitselement 1 um die Normale 20 und erblickt das in der Betrachtungsdistanz von 50 cm oder mehr angeordnete Halbtonbild 2 in der Graustufung, ausser wenn der Gittervektor k der ersten Struktur 18 praktisch parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist und die Blickrichtung des Beobachters in Richtung einer der Lichtstrahlen 21 bis 25 gerichtet ist. Beim Kippen des so ausgerichteten Sicherheitselements 1 um eine zur Koordinatenachse x parallele Achse ändert das Halbtonbild 2 in Kontrastumkehr seine Farbe entsprechend dem in das Auge des Beobachters abgelenkten gebeugten Lichtstrahls 22 bis 25. In den Winkelbereichen, die nicht von den gebeugten Lichtstrahlen 22 bis 25 einer Beugungsordnung eingenommen werden, ist das Halbtonbild 2 wiederum in der Graustufung erkennbar.

In einer dritten Ausführung des Sicherheitselements 1 weisen beide Felder, die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6, die Strukturen 18, 19 der das einfallende Licht 15 in Farben zerlegenden Beugungsgitter auf, die sich nur im Azimut θ der Gittervektoren k unterscheiden. Der Gittervektor k ist für die Beugungsgitter der Bildelementmuster 6 parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet, also mit dem Azimut

$\theta = 90^\circ$ bzw. 270° . Der Gittervektor k für die Beugungsgitter der Hintergrundfelder 5 unterscheidet sich im Azimut von den Gittervektoren k in den Bildelementmustern 6 und weist z.B. den Azimut $\theta = 0^\circ$ bzw. 180° auf. Der Beobachter mit der Blickrichtung parallel zur Beugungsebene, die die Koordinatenachse y und den Gittervektor k der ersten Strukturen 18 enthält, erblickt in der oben genannten Betrachtungsdistanz das Halbtonbild 2 in einer der Beugungsfarben im Kontrast der Bildvorlage, d.h. er sieht die leuchtenden Flächen der Bildelementmuster 6 mit den zweiten Strukturen 19 heller als das Streulicht der Hintergrundfelder 5. Während der Drehung des Schichtverbunds 10 in seiner Ebene, verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2, um beim Drehwinkel α von 90° bzw. 270° sich wieder auszubilden, da die Gittervektoren k der ersten Struktur 18 in den Hintergrundfelder 5 parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet sind und daher die Hintergrundfelder 5 jetzt aufleuchten. Das Halbtonbild 2 ist für den Beobachter im invertierten Kontrast und in der gleichen Farbe sichtbar. Unterscheiden sich zudem die Spatialfrequenzen f der ersten und zweiten Struktur 18, 19, z.B. um 15 bis 25 %, wechselt beim Drehen nicht nur der Kontrast sondern auch die Farbe im Halbtonbild 2. Bei Blickwinkeln ausserhalb der gebeugten Lichtstrahlen 22, 23 und 24, 25 der Beugungsordnungen ist das Halbtonbild 2 mangels Kontrast nicht erkennbar.

Sind die Spatialfrequenzen f der ersten und/oder der zweiten Strukturen 18, 19 ortsabhängig gewählt, zeigt das Halbtonbild 2 ein farbiges Bild, das bei einem vorbestimmten Kippwinkel beispielsweise den Farben der Bildvorlage entspricht.

In einer modifizierten zweiten und dritten Ausführung der Figur 1 weisen die ersten Strukturen 18 (Fig. 3) der Hintergrundfelder 5 unterschiedliche Richtungen der Gittervektoren k auf, weisen also Azimute θ im Bereich von $-80^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$ auf, so dass während der Drehung des Schichtverbunds 10 in diesem Azimutbereich im dunklen kontrastlosen Bild des Sicherheitselements 1 die Flächen derjenigen Strukturen 18 farbig aufleuchten, deren Gittervektor k gerade parallel zur Beobachtungsebene liegen.

In einer anderen, bevorzugten Ausführung der Figur 1 sind in den Hintergrundfeldern 5 die linearen Beugungsgitter so abgeformt, dass die Beugungsgitter mit parallel gerichteten Gittervektoren k in Reihen der Bildelemente 4 angeordnet sind. Die Azimute θ der Gittervektoren k der einen Reihe unterscheiden sich aber von den Azimuten θ der Gittervektoren k der Hintergrundfeldern 5 in den beiden benachbarten Reihen der

Bildelemente 4. Beispielsweise sind drei Reihen A, B, C mit vorgegebenen Azimutwerten angeordnet. Keine Gittervektoren k der Hintergrundfelder 5 sind wie bei den Gittervektoren k der Bildelementmuster 6 parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet. Der Beobachter erblickt daher das Halbtonbild 2 im richtigen Kontrast, wenn die Koordinatenachse y des Halbtonbilds 2 in der Beobachtungsebene ist. Die Bildelementmuster 6 sind hell und die Hintergrundfeldern 5 dunkel. Beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3) verändert das Sicherheitselement 1 sein Aussehen, wenn der Schichtverbund 10 (Fig. 3) unter den gleichen Beleuchtung- und Beobachtungsbedingungen wie in der Figur 1 betrachtet wird. Das Halbtonbild 2 wird zum dunklen kontrastlosen Bild, wobei in den Reihen A, B, C die Hintergrundflächen 5 farbig aufleuchten, deren Gittervektor k gerade parallel zur Beobachtungsebene liegen.

Die Figur 5 zeigt den Ausschnitt 3 aus der Figur 1 nach einer Drehung um den Drehwinkel δ . In der genannten Betrachtungsdistanz erscheint das Halbtonbild 2 (Fig. 1) als dunkle, kontrastlose Fläche, auf der hell leuchtende Streifen angeordnet sind, die von den A-Reihen 26 der Bildelemente 4 (Fig. 1) mit den Hintergrundfeldern 5 gebildet werden, deren Gittervektoren k (Fig. 1) beim Drehwinkel δ parallel zur Spur 27 der Beobachtungsebene auf der Ebene des Schichtverbunds 10 ausgerichtet sind.

Die Figur 6 zeigt, dass beim Drehwinkel δ_1 hingegen die Hintergrundfelder 5 von B-Reihen 28 aufleuchten, sobald die Gittervektoren k (Fig. 1) der Hintergrundfelder 5 in den B-Reihen 28 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind. Die Hintergrundfelder 5 der A-Reihen 26 bilden nun einen Teil der kontrastlosen dunklen Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), da die Gittervektoren k der A-Reihen 26 aus der Beobachtungsebene herausgedreht sind. Aus dem gleichen Grund sind in der Figur 7 beim Drehwinkel δ_2 die Hintergrundfelder 5 von C-Reihen 29 hell und die der andern Reihen 26, 28 dunkel. Mit anderen Worten, sind die Reihen 26, 28, 29 in der Reihenfolge ABC ..., ABC ... usw. zyklisch repetierend auf dem Sicherheitselement 1 (Fig. 1) angeordnet, wandern beim Drehen des Sicherheitselements 1 helle, von der Spatialfrequenz f der in den Hintergrundfeldern 5 eingesetzten ersten Strukturen 18 (Fig. 3) abhängige, farbige Streifen über die Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), bis beim Drehwinkel $\delta = 180^\circ$ bzw. 0° das Halbtonbild 2 ohne farbige Streifen wieder sichtbar wird, da die Koordinatenachse y und die Gittervektoren k (Fig. 1) der

zweiten Strukturen 19 (Fig. 3) in den Bildelementmustern 6 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind.

Ist die zweite Struktur 19 einer der diffraktiven Streuer, ist das Halbtonbild 2 im wesentlichen unabhängig vom Drehwinkel δ sichtbar, wobei beim Drehen des
 5 Sicherheitselements 1 die farbigen Streifen der Reihen 26, 28, 29 über das Halbtonbild 2 zu wandern scheinen.

Unterhalb der Lesedistanz betrachtet, sind die Reihen 26, 28, 29 der Bildelemente 4 aufgelöst und die Hintergrundfeldern 5 bzw. die Bildelementmuster 6 (Fig. 1) unter den gleichen Bedingungen wie oben erkennbar.

10 In der Figur 8 weist das Halbtonmuster 2 eine flaggenartige Einteilung auf, bei der auf der Grundfläche 7 ein durch Grenzlinien 30 begrenztes Band 8 angeordnet ist. Die im vergrößerten Ausschnitt 3 sichtbaren Bildelemente 4 weisen einen grösseren Flächenanteil der Bildelementmuster 6 für das Band 8 als für die Grundfläche 7 auf. Die Flächen der Bildelementmuster 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer und die Flächen der
 15 Hintergrundfelder 5 mit einer der Beugungsstrukturen belegt. Die Hintergrundfelder 5, deren erste Strukturen 18 (Fig. 3) die gleiche Spatialfrequenz f und die zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren k (Fig. 1), d.h. den gleichen Azimut $\theta \neq 90^\circ$ bzw. 270° (Fig. 1), aufweisen, sind nicht in einfachen geraden Streifen 26 (Fig. 7), 28 (Fig. 7), 29 (Fig. 7) der Bildelemente 4 angeordnet, sondern derart, dass die Bildelemente 4 mit diesen
 20 Hintergrundfeldern 5 wenigstens eines unter einem vorbestimmten Betrachtungswinkel sichtbares Kleinbild 31 bilden. In der Zeichnung der Figur 8 beispielsweise stellen die Kleinbilder 31 bis 35 Kreisringsegmente dar. Die Kleinbilder 31 bis 35 sind durch die für die ersten Strukturen 18 der Hintergrundfelder 5 verwendeten Werte der Spatialfrequenz f und des Azimuts θ (Fig. 1) der Gittervektoren k (Fig. 1) ausgezeichnet. Die Hintergrundfelder 5,
 25 die nicht für die Kleinbilder 31 bis 35 genutzt werden, weisen z.B. eine spiegelnde Fläche oder eine Mottenaugenstruktur auf. In der genannten Betrachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2 in Grautönen unabhängig vom Drehwinkel δ (Fig. 5). Auf der Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1) erkennt der Beobachter diejenigen Kleinbilder 31, 32, 33, 34, 35, deren Gittervektoren beim Drehen des Sicherheitselements 1 zufällig in der
 30 Beobachtungsebene liegen, wobei die Farbe der sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 durch die Spatialfrequenz f und durch den Kippwinkel des Sicherheitselements 1 bestimmt ist.

Beispielsweise leuchten beim Drehen des Sicherheitselements 1 um die Normale 20 (Fig. 3) in einer vorbestimmten Reihenfolge eines oder mehrere der Kleinbilder 31 bis 35 auf und erzeugen einen kinematischen Eindruck, d.h. beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3) wandern die Orte der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 über die Fläche des

5 Sicherheitselements 1. Beim Kippen um die Koordinatenachse x verändern sich die Farbe der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35. In einer Ausführung sind eine Vielzahl dieser Kleinbilder 31 bis 35 so angeordnet, dass einige, hier mit der Bezugszahl 31 und 32 versehen, von ihnen bei einer durch den Drehwinkel δ und den Kippwinkel bestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 ein vorbestimmtes Zeichen bilden, d.h. die
10 Kleinbilder 31 bis 35 dienen mit Vorteil zur Festlegung einer vorbestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 im Raum.

Die Kleinbilder 31 bis 35 sind nicht nur auf einfache Zeichen beschränkt, sondern sind in einer Ausführung auf Pixel aufgebaute Bilder, wie z.B. ein stark verkleinertes Abbild des Halbtonbilds 2 oder eine graphische Darstellung aus Linien- und/oder Flächenelementen.

15 In einer weiteren Ausführung des Halbtonbilds 2 weisen die Hintergrundfelder 5, z.B. des Kleinbilds 31, das spiegelnde Kreuzgitter mit der Spatialfrequenz $f \geq 2300$ Linien/mm als erste Struktur 18 auf. Das Kleinbild 31 ist für den Beobachter nur sichtbar, wenn er direkt in das reflektierte Licht 21 (Fig. 3) blickt und das Kleinbild 31 in der für diese hochfrequenten Beugungsgitter charakteristischen Mischfarbe erkennt oder, wenn er in
20 Anbetracht der grossen Beugungswinkeln ϵ (Fig. 3) das Kleinbild 31 unter dem entsprechenden Kippwinkel betrachtet und das Kleinbild 31 in heller, blaugrüner Farbe auf dem dunklen Feld des Sicherheitselements 1 erblickt.

In einer anderen Ausführung weisen die Hintergrundfelder 5 mit einem das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegendes Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta = 0^\circ$ auf. In die
25 Bildelementmuster 6 ist ein diffraktiver Streuer abgeformt. Das Halbtonbild 2 ist bei den Drehwinkel $\delta = 90^\circ$ und 270° in Helligkeitsstufen einer Farbe mit invertiertem Kontrast und ausserhalb dieser Drehwinkel in Graustufen im Kontrast der Bildvorlage sichtbar.

In einer weiteren Ausführung weisen die Hintergrundfelder 5 als erste Struktur 18 das
30 asymmetrische Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta = 0^\circ$ auf, dessen Furchen parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet sind. Die Bildelementmuster 6 sind mit demselben asymmetrischen Beugungsgitter belegt, jedoch ist der Gittervektor k der zweiten Struktur 19

(Fig. 3) entgegengesetzt zum Gittervektor k der ersten Struktur 18 ausgerichtet, d.h. der Wert des Azimut $\theta = 180^\circ$. Das Halbtonbild 2 ist nur bei den Drehwinkel $\delta = 0^\circ$ und 180° in einer von der Spatalfrequenz f und der Beobachtungsbedingung abhängigen Farbe bzw. bei achromatischen asymmetrischen Beugungsgitter in der Farbe des einfallenden Lichts 15 (Fig. 3) sichtbar, wobei sich nach einer Drehung von 180° der Kontrast des Halbtonbilds 2 jeweils umkehrt. Ausserhalb dieser beiden Drehwinkel verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2.

In der Tabelle 2 sind die Kombinationen von diffraktiven Strukturen für die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6 aufgeführt, bei denen eine Kontrastumkehr oder Kontrastverlust mit Farbeffekten bei vorbestimmten Drehwinkelwerten δ auftritt.

Die Figur 9 zeigt eine weitere Ausführung der Bildelemente 4. Das Bildelementmuster 6 ist bandförmig und weist den Umriss eines Musters, hier in Gestalt eines Sterns, auf. Das Hintergrundfeld 5 spaltet sich in wenigstens zwei Flächenteile auf, wenn das bandförmige Bildelementmuster 6 in sich geschlossen ist. Die Breite des Bildelementmusters 6 bestimmt den Flächenanteil des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4. Damit das Halbtonbild 2 (Fig. 8) durch eine zu regelmässige Anordnung der Bildelemente 4 bzw. der Hintergrundfelder 5 keine ungewollte Modulation der Helligkeit aufweist, unterscheiden sich die Bildelementmuster 6 der benachbarten Bildelemente 4 z.B. durch ihre Orientierung in Bezug auf das Koordinatensystem x, y . In der Beobachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2, das sich erst in der Lesedistanz in die in den Bildelementen 4 angeordneten Bildelementmuster 6 auflöst.

In einer weiteren Ausführung des Sicherheitselements 1 sind, wie im vergrösserten Ausschnitt 3 der Figur 9 gezeigt, in der Fläche des Halbtonbilds 2 Musterstreifen 36 angeordnet, die sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds 2 hinziehen. Die Musterstreifen 36 weisen eine Breite B im Bereich $15\ \mu\text{m}$ bis $300\ \mu\text{m}$ auf. Der Einfachheit halber sind in der Figur 9 die Musterstreifen 36 parallel zueinander gezeichnet und enthalten ein aus einem Flächenstreifen 40 (Fig. 10) bestehendes Linienmuster, z.B. ein griechisches Fries, wie dies im Ausschnitt 3 ersichtlich ist. In einer anderen Ausführung ist das Linienmuster in den Musterstreifen 36 als Nanotext ausgebildet, dessen Lettern eine Letternhöhe, die die Breite B der Musterstreifen 36 unterschreitet. Andere Ausführungen des Linienmusters umfassen einfache gerade oder mäandernde Linien, Folgen von Piktogrammen usw. Auch eine Anordnung von einfachen, geraden oder gebogenen Linienelementen bilden

das Linienmuster alleine oder in Kombination mit dem Fries und/oder dem Nanotext und/oder der Piktogramme. Die Flächen der Linienmuster sind mit einer diffraktiven Musterstruktur 37 belegt und weisen eine Linienbreite von 5 μm bis 50 μm auf. Das Linienmuster bedeckt innerhalb der Fläche des Musterstreifens 36 die Hintergrundfelder 5 und/oder die Bildelementmuster 6 nur teilweise, damit das durch die ersten und zweiten Strukturen 18 (Fig. 3), 19 (Fig. 3) erzeugte Halbtonbild 2 (Fig. 1) nicht merklich gestört ist. Die Musterstruktur 37 unterscheidet sich sowohl von den ersten als auch von den zweiten Strukturen 18, 19 in wenigstens einem Strukturparameter. Vorzugsweise eignen sich für die Musterstrukturen 37 die das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegenden Beugungsgitter mit den Spatialfrequenzen f von 800 Linien/mm bis 2000 Linien/mm. Falls die ersten und/oder die zweiten Strukturen 18, 19 nicht mit einem diffraktiven Streuer belegt sind, ist der diffraktive Streuer auch für die Musterstruktur 37 geeignet. In einer Ausführung der Musterstreifen 36 sind wenigstens die Strukturparameter Spatialfrequenz f und/oder die azimutale Ausrichtung des Gittervektors der Musterstrukturen 37 ortsabhängig gewählt, d.h. die genannten Strukturparameter sind Funktionen der Koordinaten (x, y) .

Die Figur 10 zeigt das Bildelement 4 mit den Musterstreifen 36 im Detail. Die Musterstreifen 36 erstrecken sich über das Hintergrundfeld 5 und das Bildelementmuster 6. Beispielsweise weist das Bildelementmuster 6 der Einfachheit halber die dargestellte U-Form mit den mit einem Verbindungsstück verbundenen Schenkeln 38, 39 auf. Mit Hilfe des Flächenanteils des Linienmusters im Musterstreifen 36 wird die Flächenhelligkeit innerhalb des Bildelementmusters 6 gesteuert. Die Flächenhelligkeit ändert sich innerhalb des Bildelementmusters 6, wie in der Zeichnung der Figur 10 gezeigt ist, mittels einer Verbreiterung von Flächenstreifen 40 des Linienmusters im Musterstreifen 36. Die Flächenhelligkeit des Bildelementmusters 6 im linken Schenkel 38 ist im Vergleich zu derjenigen des Verbindungsstücks durch eine Verbreiterung der Flächenstreifen 40 reduziert. Für eine Erhöhung der Helligkeit des Bildelementmusters 6 gegenüber derjenigen des Verbindungsstücks, z.B. im rechten Schenkel 39, ist die Breite der Flächenstreifen 40 reduziert. Da das Beugungsgitter, um effektiv zu sein, in den Flächenstreifen 40 wenigstens 3 bis 5 Furchen umfassen muss, darf die Linienbreite der Flächenstreifen 40 einen von der Spatialfrequenz f und der Richtung des Gittervektors k (Fig. 1) abhängigen minimalen Wert nicht unterschreiten. Eine weitere Erhöhung der Helligkeit des Bildelementmusters 6 bedingt eine Auflösung der Flächenstreifen 40 in kleine Flecken 41, so dass die grössere Fläche zur

erhöhten Helligkeit des Bildelementmusters 6 beiträgt. Gleiches gilt für die Modulation der Hintergrundfelder 5, beispielsweise in einem Linienbereich 42.

In der Ausführung der Bildelemente 4 gemäss der Figur 9 ist beispielsweise die Linienbreite der Flächenstreifen 40 in den Hintergrundfeldern 5 auf der ganzen Fläche des Halbtonbilds 2 gleich, während die Flächenhelligkeit der Bildelementmuster 6 entsprechend der Bildvorlage für das Halbtonbild 2 mittels der Linienbreite der Flächenstreifen 40 in den Musterstreifen 36 gesteuert ist. Da die kleinen Abmessungen der Flächenstreifen 40 (Fig. 10) und der Flecken 41 (Fig. 10) vom Auge des Beobachters nicht ohne Hilfsmittel, z.B. Lupe, Mikroskop usw., aufgelöst werden, ist die Flächenhelligkeit des Bildelementmusters 6 proportional zur verbliebenen Fläche mit der zweiten Struktur 19 (Fig. 3).

Enthalten die Musterstreifen 36 die Lettern eines Nanotextes, ist die Steuerung der Flächenhelligkeit, wie anhand der Figur 2 beschrieben, beispielsweise durch Vergrössern und Verkleinern der Dichte der Lettern oder durch Vergrössern des Letternabstands zu erreichen.

Unabhängig von der Ausführung in der Figur 10 erkennt das Auge des Beobachters selbst in einer normalen Lesedistanz von weniger als 30 cm und bei geeigneter Beobachtungsbedingungen die Musterstreifen 36 als einfache, helle Linien, da das Muster in den Musterstreifen 36 erst mit Hilfe der Lupe bzw. des Mikroskops aufzulösen ist. Beim Kippen und/oder beim Drehen verändern die Musterstreifen 36 für den Beobachter ihre Farbe und/oder leuchten auf oder verlöschen wieder. Bei geeigneter Wahl der Strukturparameter für die Musterstrukturen 37 (Fig. 9) weist das mit Tageslicht beleuchtete und in der genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 (Fig. 1) beim Kippen oder Drehen von einer Vielzahl der Musterstreifen 36 erzeugte farbige Bänder 43 (Fig. 1) in den Farben des Regenbogens auf, welche sich farblich verändern und/oder sich über die Fläche des Sicherheitselements 1 zu bewegen scheinen.

Das Halbtonbild 2 ist in einer Ausführung Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild 2 unabhängigen Beugungsgittern belegten Flächenelemente 44, die eine optische Wirkung gemäss der eingangs erwähnten EP-A 0 105 099 entfalten. Insbesondere sind in einer Ausführung die Musterstreifen 36 Teile des Mosaiks aus den Flächenelementen 44, die sich über das Halbtonbild 2 erstrecken.

In der Tabelle 3 sind bevorzugte Kombinationen der Strukturen 18(Fig. 3), 19 (Fig. 3), 37 für die Hintergrundfelder 5, die Bildelementmuster 6 und die Musterstreifen 36 zusammengestellt.

- Die Merkmale der verschiedenen, hier beschriebenen Ausführungen können
- 5 miteinander kombiniert werden. Insbesondere sind in der Beschreibung die Bezeichnungen "Hintergrundfelder 5" und "Bildelementmuster 6" bzw. "erste Struktur 18" und "zweite Struktur 19" vertauschbar.

Tabellen:

Tabelle 1:

	Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6
1.1	Ebener Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen $f > 2300$ Linien/mm oder Mottenaugenstruktur	Diffraktiver Streuer
1.2	Mottenaugenstruktur	Isotrope Mattstruktur
1.3	Mottenaugenstruktur	asymmetrisch achromatisches Beugungsgitter
1.4	Überlagerte Beugungsgitter	Anisotrope Mattstruktur

Tabelle 2

	Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6
2.1	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$	Diffraktiver Streuer
2.2	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der zweiten Spatialfrequenz f_2
2.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ_1° und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ_2° und der zweiten Spatialfrequenz f_2
2.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1^\circ = 90^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1^\circ = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1 oder anisotrope Mattstruktur
2.5	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_1^\circ = 180^\circ$	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_2^\circ = 0^\circ$

5

Tabelle 3

	Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6	Musterstruktur 37 für den Musterstreifen 36
3.1	Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenz f von mehr als 2300 Linien/mm	Diffraktiver Streuer	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut θ
3.2	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigen Funktionen für Azimut und Spatialfrequenz f_1	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$ und Spatialfrequenz f_2	Diffraktiver Streuer
3.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ° und der zweiten Spatialfrequenz f_2	Diffraktiver Streuer
3.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1^\circ = 0^\circ$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1^\circ \neq 0^\circ$	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängiger Spatialfrequenz

PATENTANSPRÜCHE

1. Diffraktives Sicherheitselement (1) mit einem Halbtonbild (2) aus mit
mikroskopisch feinen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen
eingeschlossen in einem Schichtverbund (10), der wenigstens eine transparente
Prägeschicht (11), eine Schutzlackschicht (12) und eine zwischen der
Prägeschicht (11) und der Schutzlackschicht (12) eingebettete
Reflexionsschicht (13) mit den Oberflächenstrukturen umfasst, wobei die
Fläche des Halbtonbilds (2) in aus den Flächenteilen zusammengesetzte
Bildelemente (4), die wenigstens in einer Abmessung kleiner als 1 mm sind,
eingeteilt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Bildelement (4) wenigstens eines der Flächenteile aus der Gruppe
Hintergrundfeld (5) und Bildelementmuster (6) enthält,
dass das Bildelementmuster (6) auf dem Dunkelfeld (5) angeordnet ist,
dass der Anteil der Fläche des Bildelementmusters (6) an der Fläche des
Bildelements (4) wenigstens durch die Flächenhelligkeit der Bildvorlage des
Halbtonbilds (2) am Ort des Bildelements (4) und unter Berücksichtigung der
Flächenhelligkeit der benachbarten Bildelemente (4) bestimmt ist und
dass die Flächen der Hintergrundfelder (5) erste Oberflächenstrukturen (18)
und alle Flächen der Bildelementmuster (6) eine zweite, von den ersten
Oberflächenstrukturen (18) verschiedene Oberflächenstruktur (19) so
aufweisen, dass sich die Flächen der Hintergrundfelder (5) von den Flächen der
Bildelementmuster (6) nur in vorbestimmten Betrachtungsrichtungen im
Halbraum über dem Schichtverbund (10) in der Licht modifizierenden Wirkung
unterscheiden.
2. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Form der Bildelementmuster (6) in allen Bildelementen (4) ähnlich ist.
3. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Flächen der Bildelementmuster (6) die Form von Lettern aufweisen,

wobei der Anteil der Fläche des Bildelementmusters (6) im Bildelement (4) durch die Dicke und/oder durch die Schrifthöhe der Letter bestimmt ist.

4. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturen (18; 19) lineare Beugungsgitter mit Gittervektoren (k) sind, dass in den Bildelementmustern (6) die Gittervektoren (k) parallel sind und dass sich der Gittervektor (k) der Bildelementmuster (6) im Azimut (θ) von den Gittervektoren (k) der ersten Oberflächenstrukturen (18) in den Hintergrundfeldern (5) unterscheidet.

5. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildelemente (4), die in den Hintergrundfeldern (5) den gleichen Azimut (θ) der Gittervektoren (k) aufweisen, entsprechend ihrem Azimut (θ) des Gittervektors (k) in Reihen (26; 28; 29) auf dem Halbtonbild (2) angeordnet sind.

6. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf seiner Fläche die benachbarten Reihen (26; 28; 29), die sich im Azimut (θ) der Gittervektoren (k) unterscheiden, in der Reihenfolge ABC, ABC zyklisch repetierend angeordnet sind.

7. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten Oberflächenstruktur (19) mäandernde Beugungsgitter sind, deren Spatialfrequenzen aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm gewählt sind, und dass sich die mäandernden Beugungsgitter der Hintergrundfelder (5) und der Bildelementmuster (6) wenigstens im Azimutbereich (θ) der Gittervektoren (k) unterscheiden.

8. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten Oberflächenstrukturen (19) asymmetrische Beugungsgitter sind, wobei die Gittervektoren (k) der asymmetrischen Beugungsgitter der ersten Oberflächenstrukturen (18) entgegengesetzt zu den Gittervektoren (k) der zweiten Oberflächenstrukturen (19) ausgerichtet sind.

9. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Oberflächenstruktur (19) in den Flächen der Bildelementmuster (6) ein diffraktiver Streuer aus der Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 1 bis 3 μm und der mit einem Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen gewählt ist.
10. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) eine Struktur aus der Gruppe, die ebene Spiegel, Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen grösser als 2300 Linien/mm und Mottenaugenstrukturen umfasst, aufweisen.
11. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) ein lineares Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm und mit zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren (k) aufweisen.
12. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweite Oberflächenstruktur (19) lineare oder mäandernde Beugungsgitter sind, die sich in der Spatialfrequenz (f) unterscheiden.
13. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Musterstreifen (36) mit einer Breite (B) von 15 μm bis 300 μm sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds (2) hinziehen, dass in den Musterstreifen (36) Flächenstreifen (40) mit einer Linienbreite im Bereich von 5 μm bis 50 μm Linienmuster aus der Gruppe bilden, die Lettern, Texte, Linienelemente und Piktogramme umfasst, dass die Flächenstreifen (40) des Linienmusters in der Fläche des Musterstreifens (36) die Hintergrundfelder (5) und die Bildelementmuster (6) teilweise mit Musterstrukturen (37) bedecken und dass sich die Musterstrukturen (37) von den ersten und zweiten Oberflächenstrukturen (18; 19) in wenigstens einem Strukturparameter unterscheiden.

14. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 13, dadurch
gekennzeichnet, dass in allen Bildelementen (4) die Bildelementmuster (6)
gleiche Grösse aufweisen und dass die Linienbreite der Flächenstreifen (40) in
den Hintergrundfeldern (5) konstant ist, während die Flächenhelligkeit der
Bildelementmuster (6) entsprechend der Bildvorlage für das Halbtonbild (2)
mittels der Linienbreite der Flächenstreifen (40) in den Musterstreifen 36
gesteuert ist.
15. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch
gekennzeichnet, dass die Spatialfrequenz (f) der linearen Beugungsgitter in den
Musterstrukturen (37) vom Ort auf dem Halbtonbild (2) abhängig sind.
16. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbtonbild (2) Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild (2)
unabhängigen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen (44) ist.
17. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der Schichtverbund (10) zum Aufkleben auf ein Substrat (17) eingerichtet
ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein diffraktives Sicherheitselement (1) weist ein Halbtonbild (2) aus diffraktiven Strukturen in einer Reflexionsschicht auf, die in einem Schichtverbund zwischen einer transparenten Prägeschicht und einer Schutzlackschicht eingebettet sind. Das Halbtonbild (2) ist in Bildelemente (4) mit wenigstens einer Abmessung kleiner als 1 mm eingeteilt, wobei die Fläche jedes Bildelements (4) in ein Hintergrundfeld (5) und in ein Bildelementmuster (6) aufgeteilt ist. Der Anteil des Bildelementmusters (6) an der Fläche des Bildelements (4) bestimmt die Flächenhelligkeit des Halbtonbilds (2) am Ort (P) des Bildelements (4). Das Hintergrundfeld (5) weist eine erste diffraktive Struktur auf, von der sich das Bildelementmuster (6) durch seine Licht modifizierende Wirkung unterscheidet. Über die Fläche des Halbtonbilds (2) können sich zusätzlich Musterstreifen von einer Breite bis zu 0,3 mm erstrecken. Die Musterstreifen nehmen einen geringen Flächenanteil der Hintergrundfelder (5) und/oder der Bildelementmuster (6) ein und erzeugen farbige Bänder (43) auf dem Halbtonbild (2).

(Fig. 1)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADE MARK OFFICE

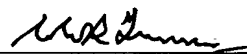
VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Michael Wallace Richard Turner, Bachelor of Arts, Chartered Patent Attorney, European Patent Attorney, of 1 Horsefair Mews, Romsey, Hampshire SO51 8JG, England, do hereby declare that I am conversant with the English and German languages and that I am a competent translator thereof;

I verify that the attached English translation is a true and correct translation made by me of the attached Amended Pages in the German language of International Application PCT/EP2004/012378;

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment or both under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date: March 23, 2006


M W R Turner

CLAIMS

1. A diffractive security element (1) with a half-tone image (2) comprising surface portions occupied with microscopically fine surface structures (18; 19; 37) enclosed in a layer composite (10) which includes at least a transparent embossing layer (11), a protective lacquer layer (12) and a reflection layer (13) with the surface structures (18; 19; 37), which is embedded between the embossing layer (11) and the protective lacquer layer (12), wherein the surface portions with the first surface structures (18) form background fields (5) and the surface portions with the surface structure (19) which differs from the first surface structures (18) in at least one structural parameter form image element patterns (6) and the surface of the half-tone image (2) is divided into a plurality of image elements (4) which are composed of the surface portions of the image element pattern (6) and the background field (5) and which are smaller than 1 mm at least in one dimension,

characterised in that

the image element patterns (6) in the image elements (4) are of the same size, pattern strips (36) extend with a line pattern of a width (B) of 15 μm to 300 μm at least over a part of the surface of the half-tone image (2) and partially cover the background fields (5) and image element patterns (6), the line pattern is formed from surface strips (40) with pattern structures (37) and with line widths in the range of 5 μm to 50 μm , wherein the line patterns include letters, texts, line elements and pictograms and the pattern structures (37) differ from the first and second surface structures (18; 19) in at least one structural parameter [13], the line width of the surface strips (40) in the background fields (5) is constant and the surface brightness of the image elements (4) is controlled by means of the line width of the surface strips (40) on the image element pattern (6) in such a way that the surface proportion of the image element pattern (6) not covered by the line pattern is determined in accordance

with the surface brightness of the image original of the half-tone image (2) at the location of the image element (4) and having regard to the surface brightness of the adjacent image elements (4).

2. A diffractive security element (1) according to claim 1 characterised in that the first and second surface structures (18; 19) are linear diffraction gratings with spatial frequencies from the range of 150 lines/mm to 2000 lines/mm.

3. A diffractive security element (1) according to claim 1 or claim 2 characterised in that the surface structures (18; 19) are linear diffraction gratings with grating vectors (k), that in the image element patterns (6) the grating vectors (k) of the second surface structures (19) are parallel and that the grating vector (k) of the image element patterns (6) differs in azimuth (θ) from the grating vectors (k) of the first surface structures (18) in the background fields (5).

4. A diffractive security element (1) according to claim 3 characterised in that the image elements (4) whose first surface structures (18) have in the background fields (5) the same azimuth (θ) of the grating vectors (k) are arranged in accordance with their azimuth (θ) of the grating vector (k) in rows (26; 28; 29) on the half-tone image (2).

5. A diffractive security element (1) according to claim 4 characterised in that on its surface the adjacent rows (26; 28; 29) which differ in the azimuth (θ) of the grating vectors (k) are arranged in cyclically repetitive manner in the sequence ABC, ABC.

6. A diffractive security element (1) according to claim 1 characterised in that the first surface structures (18) and the second surface structure (19) are meandering diffraction gratings whose spatial frequencies are selected from the range of 150 lines/mm to 2000 lines/mm, and that the meandering diffraction gratings of the background fields (5)

and the image element patterns (6) differ at least in the azimuth range (θ) of the grating vectors (k).

7. A diffractive security element (1) according to claim 1 or claim 2 characterised in that the first surface structures (18) and the second surface structures (19) are asymmetrical diffraction gratings, wherein the grating vectors (k) of the asymmetrical diffraction gratings of the first surface structures (18) are oriented in opposite relationship to the grating vectors (k) of the second surface structures (19).

8. A diffractive security element (1) according to claim 1 characterised in that the second surface structure (19) in the surfaces of the image element patterns (6) is a diffractive scatterer selected from the group of isotropic and anisotropic matt structures, kinoforms, diffraction gratings with circular grooves at a groove spacing of 1 to 3 μm and the matt structures superimposed with a diffraction grating.

9. A diffractive security element (1) according to claim 8 characterised in that the background fields (5) as the first surface structure (18) have a structure from the group which includes flat mirrors, cross gratings with spatial frequencies of greater than 2300 lines/mm and motheye structures.

10. A diffractive security element (1) according to claim 8 characterised in that the background fields (5) as the first surface structure (18) have a linear diffraction grating with a spatial frequency from the range of 150 lines/mm to 2000 lines/mm and grating vectors (k) which are oriented in mutually parallel relationship.

11. A diffractive security element (1) according to claim 1 or claim 2 characterised in that the first surface structures (18) and the second surface structure (19) are linear or meandering diffraction gratings which differ in spatial frequency (f).

12. A diffractive security element (1) according to one of claims 1 to 11 characterised in that the spatial frequency (f) of the linear diffraction gratings in the pattern structures (37) is selected from the range of 800 lines/mm to 2000 lines/mm.

13. A diffractive security element (1) according to claim 12 characterised in that the spatial frequency (f) of the linear diffraction gratings in the pattern structures (37) is dependent on the location on the half-tone image (2).

14. A diffractive security element (1) according to claim 12 or claim 13 characterised in that the azimuthal orientation of the grating vector of the linear diffraction grating in the pattern structures (37) is dependent on the location on the half-tone image (2).

15. A diffractive security element (1) according to one of claims 1 to 7 characterised in that the pattern structure (37) is one of the diffractive scatters.

16. A diffractive security element (1) according to claim 1 characterised in that the half-tone image (2) is part of a mosaic of surface portions (44) occupied by surface structures which are independent of the half-tone image (2).

17. A diffractive security element (1) according to claim 1 characterised in that the layer composite (10) is adapted to be fixed by adhesive on a substrate (17).

PATENTANSPRÜCHE

1. Diffraktives Sicherheitselement (1) mit einem Halbtonbild (2) aus mit
mikroskopisch feinen Oberflächenstrukturen (18; 19; 37) belegten Flächenteilen
eingeschlossen in einem Schichtverbund (10), der wenigstens eine transparente
5 Prägeschicht (11), eine Schutzlackschicht (12) und eine zwischen der
Prägeschicht (11) und der Schutzlackschicht (12) eingebettete Reflexionsschicht
(13) mit den Oberflächenstrukturen (18; 19; 37) umfasst, wobei die Flächenteile
mit den ersten Oberflächenstrukturen (18) Hintergrundfelder (5) und die
Flächenteile mit der sich von den ersten Oberflächenstrukturen (18) in
10 wenigstens einem Strukturparameter unterscheidenden Oberflächenstruktur (19)
Bildelementmuster (6) bilden und die Fläche des Halbtonbilds (2) in eine Vielzahl
von aus den Flächenteilen des Bildelementmusters (6) und des Hintergrundfelds
(5) zusammengesetzten Bildelementen (4), die wenigstens in einer Abmessung
kleiner als 1 mm sind, eingeteilt ist,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Bildelementmuster (6) in den Bildelementen (4) gleich gross sind, dass
sich Musterstreifen (36) mit einem Linienmuster in einer Breite (B) von 15 µm bis
300 µm wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds (2) hinziehen
und die Hintergrundfelder (5) und Bildelementmuster (6) teilweise bedecken,
20 dass das Linienmuster aus Flächenstreifen (40) mit Musterstrukturen (37) und
mit Linienbreiten im Bereich von 5 µm bis 50 µm gebildet ist, wobei die
Linienmuster Lettern, Texte, Linienelemente und Piktogramme umfassen und
sich die Musterstrukturen (37) von den ersten und zweiten
Oberflächenstrukturen (18; 19) in wenigstens einem Strukturparameter
25 unterscheiden [13], dass die Linienbreite der Flächenstreifen (40) in den
Hintergrundfeldern (5) konstant ist und dass die Flächenhelligkeit der
Bildelemente (4) mittels der Linienbreite der Flächenstreifen (40) auf dem
Bildelementmuster (6) so gesteuert ist, dass der Flächenanteil des nicht durch
das Linienmuster bedeckten Bildelementmusters (6) entsprechend der
30 Flächenhelligkeit der Bildvorlage des Halbtonbilds (2) am Ort des Bildelements
(4) und unter Berücksichtigung der Flächenhelligkeit der benachbarten
Bildelemente (4) bestimmt ist.

2. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und die zweite Oberflächenstrukturen (18; 19) lineare Beugungsgitter mit Spatialfrequenzen aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm sind.
- 5 3. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturen (18; 19) lineare Beugungsgitter mit Gittervektoren (k) sind, dass in den Bildelementmustern (6) die Gittervektoren (k) der zweiten Oberflächenstrukturen (19) parallel sind und dass sich der Gittervektor (k) der Bildelementmuster (6) im Azimut (θ) von den
10 Gittervektoren (k) der ersten Oberflächenstrukturen (18) in den Hintergrundfeldern (5) unterscheidet.
4. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildelemente (4), deren erste Oberflächenstrukturen (18) in den Hintergrundfeldern (5) den gleichen Azimut (θ) der Gittervektoren (k) aufweisen,
15 entsprechend ihrem Azimut (θ) des Gittervektors (k) in Reihen (26; 28; 29) auf dem Halbtonbild (2) angeordnet sind.
5. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf seiner Fläche die benachbarten Reihen (26; 28; 29), die sich im Azimut (θ) der Gittervektoren (k) unterscheiden, in der Reihenfolge ABC, ABC
20 zyklisch repetierend angeordnet sind.
6. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten Oberflächenstruktur (19) mäandernde Beugungsgitter sind, deren Spatialfrequenzen aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm gewählt sind, und dass sich die
25 mäandernden Beugungsgitter der Hintergrundfelder (5) und der Bildelementmuster (6) wenigstens im Azimutbereich (θ) der Gittervektoren (k) unterscheiden.
7. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten
30 Oberflächenstrukturen (19) asymmetrische Beugungsgitter sind, wobei die Gittervektoren (k) der asymmetrischen Beugungsgitter der ersten Oberflächenstrukturen (18) entgegengesetzt zu den Gittervektoren (k) der zweiten Oberflächenstrukturen (19) ausgerichtet sind.

8. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Oberflächenstruktur (19) in den Flächen der Bildelementmuster (6) ein diffraktiver Streuer aus der Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 1 bis 3 μm und der mit einem Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen gewählt ist.
9. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) eine Struktur aus der Gruppe, die ebene Spiegel, Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen grösser als 2300 Linien/mm und Mottenaugenstrukturen umfasst, aufweisen.
10. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) ein lineares Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm und mit zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren (k) aufweisen.
11. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweite Oberflächenstruktur (19) lineare oder mäandernde Beugungsgitter sind, die sich in der Spatialfrequenz (f) unterscheiden.
12. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatialfrequenz (f) der linearen Beugungsgitter in den Musterstrukturen (37) aus dem Bereich 800 Linien/mm bis 2000 Linien/mm gewählt ist.
13. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatialfrequenz (f) der linearen Beugungsgitter in den Musterstrukturen (37) vom Ort auf dem Halbtonbild (2) abhängig ist.
14. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die azimuthale Ausrichtung des Gittervektors der linearen Beugungsgitter in den Musterstrukturen (37) vom Ort auf dem Halbtonbild (2) abhängig ist.
15. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Musterstruktur (37) einer der diffraktiven Streuer ist.

16. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbtonbild (2) Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild (2) unabhängigen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen (44) ist.
- 5 17. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtverbund (10) zum Aufkleben auf ein Substrat (17) eingerichtet ist.